

ISSN 2311-8768 (Online)
ISSN 2073-4484 (Print)



ВЫХОДИТ 4 РАЗА В МЕСЯЦ

ФИНАНСОВАЯ АНАЛИТИКА

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СБОРНИК

2016 выпуск 25
ИЮЛЬ

**FINANCIAL
ANALYTICS**

SCIENCE AND EXPERIENCE

A peer reviewed analytical and practical journal
2016, July
Issue 25

ФИНАНСОВАЯ[®] АНАЛИТИКА

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Научно-практический
и информационно-аналитический сборник

Основан в 2007 году
Выходит 4 раза в месяц
Статьи рецензируются

Рекомендован ВАК Минобрнауки России
для публикации научных работ, отражающих
основное научное содержание
кандидатских и докторских диссертаций
Реферируется в ВИНТИ РАН
Включен в Российский индекс научного цитирования
(РИНЦ)
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-29584
от 21 сентября 2007 г. выдано Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи
и охраны культурного наследия

Цель журнала – предоставить возможность научному и бизнес-сообществу публиковать оригинальные результаты своих исследований, привлечь внимание к перспективным и актуальным направлениям экономической науки, усилить обмен мнениями между научным и бизнес-сообществом России и зарубежных стран

Главная задача журнала – публикация оригинальных теоретических и научно-практических статей, освещающих актуальные вопросы макро- и микроэкономики, методологию и содержание банковской и финансовой аналитики, мониторинг и прогнозирование экономического потенциала

Учредитель

ООО «Информационный центр «Финансы и Кредит»
Юр. адрес: 123182, г. Москва, ул. Авиационная, 79-480
Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зеленый проспект, д. 20
Почтовый адрес: 111401, г. Москва, а/я 10

Издатель

ООО «Финанспресс»
Юр. адрес: 105005, г. Москва, Посланников пер., д. 3, стр. 1
Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зеленый проспект, д. 20

Редакция журнала

Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зеленый проспект, д. 20
Почтовый адрес: 111401, г. Москва, а/я 10
Тел.: +7 (495) 989-9610
E-mail: post@fin-izdat.ru
Website: <http://fin-izdat.ru>

Генеральный директор **В.А. Горохова**
Управляющий директор **А.К. Смирнов**
Директор по стратегии **А.А. Клюкин**

Главный редактор **Ю.А. Кузнецов**, доктор физико-математических наук, профессор,
Нижний Новгород, Российская Федерация

Зам. главного редактора
С.Н. Голда, Москва, Российская Федерация
В.И. Попов, Москва, Российская Федерация

Редакционный совет

М.В. Грачева, доктор экономических наук, профессор, Москва,
Российская Федерация
А.В. Гукова, доктор экономических наук, профессор, Волгоград,
Российская Федерация
Д.А. Ендовицкий, доктор экономических наук, профессор, Воронеж,
Российская Федерация
В.М. Заернюк, доктор экономических наук, профессор, Москва,
Российская Федерация
В.С. Левин, доктор экономических наук, профессор, Оренбург,
Российская Федерация
А.С. Макаров, доктор экономических наук, доцент, Нижний Новгород,
Российская Федерация
Я.С. Матковская, доктор экономических наук, доцент, Волгоград,
Российская Федерация
Э.В. Пешина, доктор экономических наук, профессор, Екатеринбург,
Российская Федерация
С.В. Ратнер, доктор экономических наук, доцент, Москва,
Российская Федерация
Е.А. Федорова, доктор экономических наук, профессор, Москва,
Российская Федерация

Ответственный секретарь **И.Л. Селина**
Перевод и редактирование **О.В. Яковлева, И.М. Комарова**
Верстка и дизайн **С.В. Голосовский**
Контент-менеджеры **В.И. Романова, Е.И. Попова**
Менеджмент качества **Е.И. Попова, А.В. Бажанов**
Корректоры **О.А. Ковалева, В.А. Нерушев**
Подписка и реализация **Т.Н. Дорохина**

Подписано в печать 01.07.2016
Выход в свет 18.07.2016
Формат 60x90 1/8. Объем 7,5 п.л. Тираж 1 170 экз.
Отпечатано в ООО «КТК»
Юр. адрес: 141290, Российская Федерация, Московская обл., г. Красноармейск,
ул. Свердлова, д. 1
Тел. +7 (496) 588-0866

Подписка

Агентство «Урал-Пресс»
Агентство «Роспечать» – индекс 80628
Объединенный каталог «Пресса России» – индекс 44368
Свободная цена

Журнал доступен в EBSCOhost™ databases
Электронная версия журнала: <http://elibrary.ru>, <http://dilib.ru>, <http://biblioclub.ru>

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе в электронных СМИ, возможны только с письменного разрешения редакции
Редакция приносит извинения за случайные грамматические ошибки

© ООО «Информационный центр «Финансы и Кредит»

СОДЕРЖАНИЕ

ФИНАНСОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Мицель А.А., Семенов М.Е., Фатьянова М.Э.
Комбинаторная модель опционного портфеля 2

Козырь Н.С., Гетманова А.В. Технологии в сфере
дистанционного банковского обслуживания: анализ
и перспективы развития 14

МОНИТОРИНГ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Тётушкин В.А. Маркетинговый анализ
востребованности и управления продвижением
инноваций в транснациональных компаниях 30

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Анисимова А.А. Конкурентоспособность налоговой
системы в современных условиях: основные факторы
и тенденции 47

FINANCIAL ANALYTICS®

SCIENCE AND EXPERIENCE

A peer reviewed information and analytical journal

Since 2007
4 issues per month

The journal is recommended by VAK (the Higher Attestation Commission) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation to publish scientific works encompassing the basic matter of theses for advanced academic degrees

Indexing in Referativny Zhurnal VINITI RAS
Included in the Russian Science Citation Index (RSCI)
Registration Certificate ПИ № ФС 77-29584 of September 21, 2007 by the Federal Service for Supervision in Mass Media, Communications and Cultural Heritage Protection

The objective of the journal is to provide an opportunity to the scientific and business community to publish original research findings, draw attention to promising and important fields of economic science, strengthen the comprehensive and useful exchange of views between the scientific and business communities in Russia and abroad

The journal's main task is to publish original theoretical and practical articles covering topical issues of macro- and microeconomics, methodology and content of the banking and financial analysis, monitoring and forecasting of economic potential

Founder

Information center Finance and Credit, Ltd.
Office: 123182, Aviatsionnaya St., 79-480, Moscow, Russian Federation
Post address: 111401, P.O. Box 10, Moscow, Russian Federation
Telephone: +7 495 989 9610

Publisher

Financepress, Ltd.
Office: 111397, Zeleniy prospect 20, Moscow, Russian Federation
Post address: 111401, P.O. Box 10, Moscow, Russian Federation
Telephone: +7 495 989 9610

Editorial

Office: 111397, Zeleniy prospect 20, Moscow, Russian Federation
Post address: 111401, P.O. Box 10, Moscow, Russian Federation
Telephone: +7 495 989 9610
E-mail: post@fin-izdat.ru
Website: <http://www.fin-izdat.ru>

Director General **Vera A. Gorokhova**
Managing Director **Aleksey K. Smirnov**
Chief Strategy Officer **Anton A. Klyukin**

Editor-in-Chief **Yurii A. Kuznetsov**, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Deputy Editors
Sergei N. Golda, Moscow, Russian Federation
Viktor I. Popov, Moscow, Russian Federation

Editorial Council

Marina V. Gracheva, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
Al'bina V. Gukova, Business School Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation
Dmitrii A. Endovitskii, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation
Viktor M. Zaermyuk, Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russian Federation
Vladimir S. Levin, Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russian Federation
Aleksei S. Makarov, National Research University – Higher School of Economics, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Yana S. Matkovskaya, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation
Evelina V. Peshina, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation
Svetlana V. Ratner, Trapeznikov Institute of Control Sciences RAS, Moscow, Russian Federation
Elena A. Fedorova, Financial University under Government of RF, Moscow, Russian Federation

Executive Editor **Inna L. Selina**
Translation and Editing **Olga V. Yakovleva**, **Irina M. Komarova**
Design **Sergey V. Golosovskiy**
Content Managers **Valentina I. Romanova**, **Elena I. Popova**
Quality Management **Elena I. Popova**, **Andrey V. Bazhanov**
Proofreaders **Oksana A. Kovaleva**, **Viktor A. Nerushev**
Sales and Subscription **Tatiana N. Dorokhina**

Printed by KTK, Ltd., 141290, Sverdlov st., 1, Krasnoarmeysk, Russian Federation
Telephone: +7 496 588 0866
Published July 18, 2016. Circulation 1 170

Subscription

Ural-Press Agency
Rospechat Agency
Press of Russia Union Catalogue

Online version

EBSCOhost™ databases
Scientific electronic library: <http://elibrary.ru>
University Library Online: <http://biblioclub.ru>

Not responsible for the authors' personal views in the published articles

This publication may not be reproduced in any form without permission

All accidental grammar and/or spelling errors are our own

© Information center Finance and Credit, Ltd.

CONTENTS

FINANCIAL INSTRUMENTS

Mitsel' A.A., Semenov M.E., Fat'yanova M.E.
A combinatorial model of option portfolio 2

Kozyr' N.S., Getmanova A.V. Remote banking technologies: Analysis and the development prospects 14

MONITORING OF ECONOMIC PROCESSES

Tetushkin V.A. A marketing analysis of demand for and management of innovation promotion in multinational corporations 30

ECONOMIC POLICY

Anisimova A.A. Tax system competitiveness under current conditions: Key factors and trends 47

КОМБИНАТОРНАЯ МОДЕЛЬ ОПЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

Артур Александрович МИЦЕЛЬ^a, Михаил Евгеньевич СЕМЕНОВ^b, Маргарита Эдуардовна ФАТЬЯНОВА^{c*}

^a доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники; профессор кафедры высшей математики и математической физики; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Российская Федерация
maa@asu.tusur.ru

^b кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики и математической физики, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Российская Федерация
sme@tpu.ru

^c магистр кафедры высшей математики и математической физики, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Российская Федерация
mefl@tpu.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 20.04.2016
Принята в доработанном виде
07.06.2016
Одобрена 14.06.2016

УДК 51-77 + 330.43:
[519.115.1: + 519.245]

JEL: C58, C61, G11, G17, G24

Ключевые слова: опцион колл, опцион пут, целочисленное линейное программирование, симплекс-метод, метод Монте-Карло

Аннотация

Тема. Интерес к рынку финансовых продуктов неуклонно растет. При этом брокерские компании стремятся получить максимальный доход при заранее определенной величине убытков. Часто брокеры создают финансовые продукты со стандартными опционными стратегиями. Ввиду этого бывает сложно реализовать различные запросы инвестора. Авторское исследование посвящено описанию подхода конструирования сложных портфелей биржевых опционов.

Цели. Конструирование сложных портфелей – «бычьего» и «медвежьего» структурированных колларов.

Задачи. Изучить основную методику конструирования сложных портфелей биржевых опционов. Разработать коды программы в пакете Matlab с применением теории ценообразования опционов для решения задачи линейного программирования (ЗЛП) симплекс-методом и методом Монте-Карло.

Методология. Оптимальный план опционных контрактов колл и пут ЗЛП получен двумя методами: симплекс (для нецелочисленного плана) и Монте-Карло (для целочисленного).

Результаты. Сконструированы два сложных портфеля, рассчитанных на рост и падение цен актива: «бычий» и «медвежий» структурированные коллары. Оптимальные план и значение целевой функции найдены методами симплекс и Монте-Карло.

Выводы. Симплекс-метод позволяет находить нецелочисленный оптимальный план, поэтому приходится прибегать к округлению, предварительно проверяя выполнение всех ограничений. Для устранения этого недостатка использован метод Монте-Карло. Однако при решении задачи условия ограничения равенства монетизации и убытка приходится задавать в виде определенного промежутка, в отличие от симплекс-метода, в котором данные величины фиксированы. Оптимальное значение целевой функции прибыли портфеля «бычий» коллар методом Монте-Карло в 1,63 раза больше аналогичного значения, найденного симплекс-методом. Оптимальное значение целевой функции прибыли портфеля «медвежий» коллар симплекс-методом в 1,06 раза больше аналогичного значения, найденного методом Монте-Карло.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

Введение

Конструирование портфелей биржевых опционов – важная задача хеджирования инвестируемого капитала от возможных резких колебаний цен активов. В настоящее время на российском рынке каждая инвестиционная или брокерская компания создает инвестиционные портфели с использованием опционов в различной модификации (структурные, опционные продукты, доверительное управление, торговые роботы). Однако цена подобных продуктов значительна.

Особый интерес для исследований представляет вопрос формирования опционных продуктов (ОП) бесплатного типа либо с заранее заданной ограниченной стоимостью.

Многие авторы современных работ рассматривают вопрос конструирования ОП, учитывая различные факторы: размер инвестируемого капитала, уровень допустимого риска, предпочтения и цели инвестора [1–7]. Данная работа является продолжением исследования [8], в котором производилось построение ОП, рассчитанного на рост базового актива (БА).

В работе [8] оптимизация проводилась без условия целочисленности решения, которая достигалась путем округления полученного значения до целых чисел. Такой подход оправдан, когда округляемые переменные много больше единицы. Однако если они сравнимы с единицей, простое округление решения может приводить к значительным погрешностям как в оптимальном решении, так и в значении целевой функции (в данной задаче целевая функция – доход портфеля).

В нашей работе задача оптимизации решается сразу как задача целочисленного программирования для двух стратегий формирования опционного портфеля, рассчитанных:

- 1) на рост цены базового актива;
- 2) падение базового актива.

Основные определения

Опционный продукт (опционный портфель, ОП) – инвестиционная стратегия, подобранная индивидуально для клиента исходя из его целей и запросов, сформированная посредством купли-продажи опционных контрактов.

Опцион колл (пут) дает право купить (продать) базисный актив по цене исполнения в установленные сроки или отказаться от этой покупки.

Фьючерс – производный финансовый инструмент, стандартный срочный биржевой контракт купли-продажи базового актива, при заключении которого стороны (продавец и покупатель) договариваются только об уровне цены и сроке поставки [9]¹.

Страйк – фиксированная в опционном контракте цена (цена исполнения), по которой может быть куплен или продан базовый актив в случае исполнения опциона.

Цена ask (bid) – цена продажи (покупки) базового актива. При этом *спредом* называется разность цен ask и bid [10].

Коллар – синтетическая стратегия, составленная из покупки (продажи) опционов колл и пут. В данном исследовании рассмотрены четыре фактора, влияющие на выбор того или иного финансового продукта.

1. *Стоимость опционного продукта*: отрицательная, положительная и нулевая. Отрицательная (монетизация) – продукт бесплатен для клиента и предполагает первоначальную денежную выплату в момент создания инвестиционного портфеля. Положительная (демонетизация) – стоимость продукта, установленная банком, оплачивается инвестором в момент формирования портфеля. Нулевая – продукт является полностью бесплатным для клиента.
2. *Сценарий движения цены базового актива опционного портфеля* (например, «бычий» или «медвежий» спред).
3. *Ограниченный максимальный уровень убытка*, который портфель должен иметь в случае нереализации прогноза движения цены актива инвестора.
4. *Максимальная прибыль*, которую должен принести портфель, если цена базового актива в момент экспирации опционного продукта совпадет с прогнозируемым значением цены [8].

Входные параметры и обозначения

Следуя статье [8], введем следующие обозначения.

Пусть M – рыночная цена БА (акции ПАО «Газпром») на момент экспирации продукта (цена спот). Инвестор имеет прогноз движения цены актива от текущего значения M_n до ожидаемого M_e , в котором он желает получить максимальный доход.

В начальный момент времени T_n клиент приобретает продукт, который исполняется в момент экспирации T_e .

Обозначим вектор цен страйков опционов колл и пут на фьючерсный контракт:

$$Sc = (Sc_1, \dots, Sc_n) \text{ и } Sp = (Sp_1, \dots, Sp_n),$$

где n – число страйков.

Пусть E – количество купленных (проданных) опционов с одним страйком. $Xc = (Xc_1, \dots, Xc_n)$, где Xc_i ($-E \leq Xc_i \leq E$) – количество опционов колл, которое необходимо купить (продать) со страйком Sc_i . $Xp = (Xp_1, \dots, Xp_n)$, где Xp_i ($-E \leq Xp_i \leq E$) – количество опционов пут, которое необходимо купить (продать) со страйком Sp_i .

¹ Фельдман А.Б. Производные финансовые и товарные инструменты. М.: Финансы и статистика, 2005. 304 с.

Суммарные выплаты по опционам колл и пут в момент экспирации продукта T_e [8] равны

$$\sum_{k=1}^n Xc_k \max(M - Sc_k; 0) \text{ и}$$

$$\sum_{k=1}^n Xp_k \max(Sp_k - M; 0).$$

Введем вектор средневзвешенных цен опционов колл и пут:

$$C = (C_1, \dots, C_n) \text{ и } P = (P_1, \dots, P_n).$$

В соответствии с ценами ask и bid обозначим вектор средневзвешенных цен покупки опционов колл и пут:

$$C^{bid} = (C_1^{bid}, \dots, C_n^{bid}) \text{ и}$$

$$P^{bid} = (P_1^{bid}, \dots, P_n^{bid}),$$

где $C_k^{bid} = \alpha C_k$ и $P_k^{bid} = \alpha P_k$, $\alpha = 0,9$.

Аналогично введем вектор средневзвешенных цен продажи опционов колл и пут:

$$C^{ask} = (C_1^{ask}, \dots, C_n^{ask}) \text{ и}$$

$$P^{ask} = (P_1^{ask}, \dots, P_n^{ask}),$$

где $C_k^{ask} = \beta C_k$ и $P_k^{ask} = \beta P_k$, $\beta = 1,1$ (значения α, β определяются из данных «Доски опционов» срочного рынка Московской биржи)².

Формула для суммарной прибыли, получаемой в момент экспирации продукта, примет вид [8]:

$$F(C, P, Xc, Xp, M) = \sum_{k=1}^n \left[Xc_k [- (C_k^{bid} \vee C_k^{ask}) + \max(M - Sc_k; 0)] + Xp_k [- (P_k^{bid} \vee P_k^{ask}) + \max(Sp_k - M; 0)] \right]. \quad (1)$$

Здесь знак \vee означает «или».

Принципы формирования портфеля «бычий» коллар

1. Величина выплат портфеля на промежутке цены актива $M \in [0; \min(Sc_1; Sp_1)]$ должна быть ограничена:

$$F(C, P, Xc, Xp, M = \min(Sc_1; Sp_1)) = -L_u. \quad (2)$$

Кроме того, должно выполняться условие горизонтальности графика:

$$\sum_{k=1}^n Xp_k = 0. \quad (3)$$

2. На некотором промежутке цены актива $M \in [\max(Sc_n; Sp_n); +\infty]$ должно выполняться условие, обеспечивающее ограничение выплат:

$$\sum_{k=1}^n Xc_k = 0. \quad (4)$$

3. Растущий тренд («бычий» наклон) графика функции на промежутке между двумя любыми соседними страйками создается из условия [11]

$$\sum_{Sc_i \leq S_q} Xc_i - \sum_{Sp_j \geq S_{q+1}} Xp_j \geq 0, \quad (5)$$

где $(S_q; S_{q+1}) \in [\min(Sc_1; Sp_1); \max(Sc_n; Sp_n)]$, $q = \overline{1, n+1}$.

4. Отрицательная стоимость продукта выражается следующим ограничением-равенством:

$$Mon = \sum_{k=1}^n [Xc_k (C_k^{bid} \vee C_k^{ask}) + Xp_k (P_k^{bid} \vee P_k^{ask})] < 0. \quad (6)$$

5. Функция денежной выплаты в точке, равной ожидаемому значению цены базового актива M_e , должна быть положительной:

$$F(C, P, Xc, Xp, M_e) > 0. \quad (7)$$

Принципы формирования портфеля «медвежий» коллар

1. Величина максимального убытка портфеля на промежутке $M \in [\max(Sc_n; Sp_n); +\infty]$ должна быть ограничена, то есть должны выполняться условия:

$$F(C, P, Xc, Xp, M = \max(Sc_n; Sp_n)) = -L_u, \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^n Xc_k = 0.$$

2. Величина выплат портфеля на промежутке $M \in [0; \min(Sc_1; Sp_1)]$ должна быть ограничена, что обеспечивается условием

$$\sum_{k=1}^n Xp_k = 0. \quad (9)$$

² Официальный сайт срочного рынка Московской биржи.
URL: <http://moex.com/ru/derivatives> (дата обращения: 03.04.2016).

3. Падающий тренд графика функции на промежутке между двумя любыми соседними страйками создается из условия [11]

$$\sum_{S_{c_i} \leq S_q} X_{c_i} - \sum_{S_{p_j} \geq S_{q+1}} X_{p_j} \leq 0, \quad (10)$$

где $(S_q; S_{q+1}) \in [\min(S_{c_1}; S_{p_1}); \max(S_{c_n}; S_{p_n})]$, $q = \overline{1, n+1}$.

4. Отрицательная стоимость продукта выражается следующим ограничением-равенством:

$$Mon = \sum_{k=1}^n \left[X_{c_k} (C_k^{bid} \vee C_k^{ask}) + X_{p_k} (P_k^{bid} \vee P_k^{ask}) \right] < 0. \quad (11)$$

5. Функция денежной выплаты в точке, равной ожидаемому значению цены базового актива M_e , должна быть положительной:

$$F(C, P, X_c, X_p, M_e) > 0. \quad (12)$$

Построение опционного продукта «бычий» коллар

Пусть инвестор 22.02.2016 выдвинул прогноз движения цен акций ПАО «Газпром» от текущего значения³ $M_n = 138,8$ руб. до ожидаемого значения на 15.06.2016 $M_e = 155$ руб., в котором он желает получить максимальный доход. При этом инвестор хочет получить $Mon = 1\,000$ руб. наличными в момент приобретения продукта и ограничить максимальный убыток величиной $L_u = 10\,000$ руб.

1. Для удовлетворения предпочтений инвестора сформируем портфель из $n = 6$ маржируемых опционов колл на фьючерсный контракт на обыкновенные акции ПАО «Газпром» и $n = 6$ маржируемых опционов пут с одним сроком исполнения (15.06.2016) и различными страйками⁴.

На рынке акций один лот содержит одну акцию, однако на срочном рынке торговля идет не лотами, а контрактами. Объем фьючерсного контракта на акции ПАО «Газпром» – 100 акций, следовательно,

страйки на бирже – это цены акций, умноженные на 100.

С учетом изложенного текущая цена фьючерса на акции $M_n = 13\,880$ руб., ожидаемое значение БА $M_e = 15\,500$ руб. Введем вектор страйков опционов колл и пут:

$S_c = (13\,500, 14\,000, 14\,500, 15\,000, 15\,500, 16\,000)$ и

$S_p = (12\,000, 12\,500, 13\,000, 13\,500, 14\,000, 14\,500)$ ⁵.

2. Сформируем векторы средневзвешенных (расчетных) цен опционов колл и пут в соответствии с конкретным страйком. Их можно получить, используя спецификацию и «Доску опционов» срочного рынка FORTS Московской биржи (табл. 1 и 2)⁶.

3. В данном исследовании принято, что количество опционов, которые можно купить (продать), $E = 10$. Формула для суммарной прибыли (1) примет вид:

$$\begin{aligned} F(C, P, X_c, X_p, M) = & X_{c_1}[-(1\,068,3 \vee 1\,305,7) + \\ & + \max(M - 13\,500; 0)] + X_{c_2}[-(804,6 \vee 983,4) + \\ & + \max(M - 14\,000; 0)] + X_{c_3}[-(582,3 \vee 711,7) + \\ & + \max(M - 14\,500; 0)] + X_{c_4}[-(403,2 \vee 492,8) + \\ & + \max(M - 15\,000; 0)] + X_{c_5}[-(265,5 \vee 324,5) + \\ & + \max(M - 15\,500; 0)] + X_{c_6}[-(165,6 \vee 202,4)] + (13) \\ & + \max(M - 16\,000; 0)] + X_{p_1}[-(167,4 \vee 204,6) + \\ & + \max(12\,000 - M; 0)] + X_{p_2}[-(248,4 \vee 303,6) + \\ & + \max(12\,500 - M; 0)] + X_{p_3}[-(359,1 \vee 438,9) + \\ & + \max(13\,000 - M; 0)] + X_{p_4}[-(505,8 \vee 618,2) + \\ & + \max(13\,500 - M; 0)] + X_{p_5}[-(692,1 \vee 845,9) + \\ & + \max(14\,000 - M; 0)] + X_{p_6}[-(919,8 \vee 1\,124,2) + \\ & + \max(14\,500 - M; 0)]. \end{aligned}$$

Эту функцию необходимо максимизировать при ограничениях (2)–(7), которые примут следующий вид:

$$\begin{aligned} [0; 12\,000): & 1 X_{p_1} + \dots + X_{p_6} = 0, \\ [12\,000; 12\,500): & -(X_{p_2} + \dots + X_{p_6}) \geq 0, \\ [12\,500; 13\,000): & -(X_{p_3} + \dots + X_{p_6}) \geq 0, \\ [13\,000; 13\,500): & -(X_{p_4} + \dots + X_{p_6}) \geq 0, \\ [13\,500; 14\,000): & X_{c_1} - (X_{p_5} + X_{p_6}) \geq 0, \\ [14\,000; 14\,500): & X_{c_1} + X_{c_2} - X_{p_6} \geq 0, \\ [14\,500; 15\,000): & X_{c_1} + X_{c_2} + X_{c_3} \geq 0, \end{aligned} \quad (14)$$

⁵ Там же.

⁶ Там же.

³ Котировки акций ОАО «Газпром».

URL: <http://www.finam.ru/profile/moex-akcii/gazprom> (дата обращения: 03.04.2016).

⁴ Контракт «Маржируемый опцион колл на фьючерсный контракт на обыкновенные акции ОАО «Газпром».

URL: <http://moex.com/ru/contract.aspx?code=GAZR-6.16M150616CA%2014000> (дата обращения: 03.04.2016);

Контракт «Маржируемый опцион пут на фьючерсный контракт на обыкновенные акции ОАО «Газпром».

URL: <http://moex.com/ru/contract.aspx?code=GAZR-6.16M150616PA%2014000> (дата обращения: 03.04.2016).

$$[15\ 000; 15\ 500): Xc_1 + \dots + Xc_4 \geq 0,$$

$$[15\ 500; 16\ 000): Xc_1 + \dots + Xc_5 \geq 0,$$

$$[16\ 000; +\infty): Xc_1 + \dots + Xc_6 = 0;$$

$$F(C, P, X, Y, M = 12\ 000) = -L_u = -10\ 000; \quad (15)$$

$$\begin{aligned} & Xc_1(1\ 068,3 \vee 1305,7) + Xc_2(804,6 \vee 983,4) + \\ & Xc_3(582,3 \vee 711,7) + Xc_4(403,2 \vee 492,8) + \\ & Xc_5(265,5 \vee 324,5) + Xc_6(165,6 \vee 202,4) + \\ & Xp_1(167,4 \vee 204,6) + Xp_2(248,4 \vee 303,6) + \\ & Xp_3(359,1 \vee 438,9) + Xp_4(505,8 \vee 618,2) + \\ & Xp_5(692,1 \vee 845,9) + Xp_6(919,8 \vee 1124,2) = -1000, \end{aligned} \quad (16)$$

$$F(C, P, Xc, Xp, 15\ 500) > 0. \quad (17)$$

$$\begin{aligned} -10 \leq Xc_i \leq 10; -10 \leq Xp_i \leq 10, \\ Xc_i, Xp_i \in Z, i = 1, 6. \end{aligned} \quad (18)$$

Последнее условие означает, что переменные Xc_i , Xp_i принадлежат множеству целых чисел.

Таким образом, получена модель целочисленного линейного программирования [12]⁷.

4. Из указанной функции суммарной выплаты следует, что факт наличия логической операции «или» в каждом слагаемом при Xc_i и Xp_i приводит к решению комбинаторной задачи. Нетрудно показать, что количество комбинаций цен bid и ask для n опционов, входящих в портфель, составляет 2^n . Следовательно, мы получим 2^n целевых функций $F(C, P, Xc, Xp, M)$, которые необходимо максимизировать. Эти функции будут отличаться коэффициентами при переменных.

Возвращаясь к исходной задаче и формуле (13), можно увидеть, что в $F(C, P, Xc, Xp, M)$ входит по шесть переменных $Xc_i, i = \overline{1,6}$ и шесть переменных $Xp_i, i = \overline{1,6}$, то есть всего 12, следовательно, получится 4 096 комбинаций. Столько же комбинаций коэффициентов в ограничениях (15)–(17).

Таким образом, для каждого набора переменных Xc и Xp нужно решить 4 096 раз задачу линейного программирования и найти оптимальное решение.

Построение опционного продукта «медвежий» коллар

Пусть инвестор 22.02.2016 выдвинул прогноз движения цен акций ПАО «Газпром» от текущего значения $M_n = 138,8$ руб. до ожидаемого значения

⁷ Лунгу К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. Москва: Физматлит, 2005. 128 с.

на 15.06.2016 $M_e = 125$ руб., в котором он желает получить максимальный доход. При этом инвестор хочет получить $Mon = 1\ 000$ руб. наличными в момент приобретения продукта и ограничить максимальный убыток величиной $L_u = 10\ 000$ руб.

Для удовлетворения предпочтений инвестора банк формирует портфель из $n = 6$ маржируемых опционов колл на фьючерсный контракт на обыкновенные акции ПАО «Газпром» и $n = 6$ маржируемых опционов пут с одним сроком исполнения 15.06.2016 и различными страйками⁸.

С учетом объема фьючерсного контракта текущая цена фьючерса на акции $M_n = 13\ 880$ руб., ожидаемое значение БА $M_e = 12\ 500$ руб. Вектор страйков опционов колл и пут:

$$\begin{aligned} S_c = (13\ 500, 14\ 000, 14\ 500, 15\ 000, 15\ 500, 16\ 000) \text{ и} \\ S_p = (12\ 000, 12\ 500, 13\ 000, 13\ 500, 14\ 000, 14\ 500)^9. \end{aligned}$$

Функция выплат будет такой, как для «бычьего» коллара (13), а ограничения, согласно выражениям (8)–(12), примут вид:

$$\begin{aligned} [0; 12\ 000): Xp_1 + \dots + Xp_6 = 0, \\ [12\ 000; 12\ 500): -(Xp_2 + \dots + Xp_6) \leq 0, \\ [12\ 500; 13\ 000): -(Xp_3 + \dots + Xp_6) \leq 0, \\ [13\ 000; 13\ 500): -(Xp_4 + \dots + Xp_6) \leq 0, \\ [13\ 500; 14\ 000): Xc_1 - (Xp_5 + Xp_6) \leq 0, \quad (19) \\ [14\ 000; 14\ 500): Xc_1 + Xc_2 - Xp_6 \leq 0, \\ [14\ 500; 15\ 000): Xc_1 + Xc_2 + Xc_3 \leq 0, \\ [15\ 000; 15\ 500): Xc_1 + \dots + Xc_4 \leq 0, \\ [15\ 500; 16\ 000): Xc_1 + \dots + Xc_5 \leq 0, \\ [16\ 000; +\infty): Xc_1 + \dots + Xc_6 = 0, \end{aligned}$$

$$F(C, P, X, Y, M = 16\ 000) = -L_u = -10\ 000,$$

$$F(C, P, Xc, Xp, 12\ 500) > 0.$$

⁸ Контракт «Маржируемый опцион колл на фьючерсный контракт на обыкновенные акции ОАО «Газпром». URL: <http://moex.com/ru/contract.aspx?code=GAZR-6.16M150616CA%2014000> (дата обращения: 03.04.2016); Контракт «Маржируемый опцион пут на фьючерсный контракт на обыкновенные акции ОАО «Газпром». URL: <http://moex.com/ru/contract.aspx?code=GAZR-6.16M150616PA%2014000> (дата обращения: 03.04.2016).

⁹ Там же.

Дополнение, связанное с монетизацией, определяется формулой (16), а область допустимых значений переменных – ограничениями (18).

Методы решения ЗЛП

Традиционным является метод последовательного улучшения плана (симплекс-метод)¹⁰, который разработан Джорджем Данцигом (1947). Идея состоит в целенаправленном изменении плана (решения) с последовательным увеличением величины целевой функции при переходе к следующему плану.

Будем называть оптимальным значением целевой функции величину $F_{opt}(C, P, X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}}, M)$, а оптимальным планом – вектор $(X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}})$, состоящий из n переменных (по $n/2$ опционов колл и $n/2$ – пут с различными страйками).

В данном исследовании для 12 переменных 4 096 раз решается ЗЛП путем создания цикла в скрипте программы Matlab. Для реализации симплекс-метода использована функция linprog пакета, с помощью которого было получено нецелочисленное решение.

Основной недостаток симплекс-метода в том, что получаемый оптимальный план является нецелочисленным. Встроенная функция целочисленного программирования в пакете Matlab отсутствует, как и в пакетах Mathcad и Excel. Таким образом, приходится округлять параметры $(X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}})$ до целых значений, предварительно проверяя выполнение всех ограничений. В данном исследовании мы решили попробовать устранить этот изъян путем решения задачи целочисленного программирования.

Для этого можно использовать метод Гомори или метод ветвей и границ [13]. Алгоритмы этих способов достаточно сложны, поэтому лучше использовать метод Монте-Карло. Он позволяет получить целочисленный оптимальный план, и таким образом можно избежать округления.

Идея проста: с помощью метода Монте-Карло проводится «розыгрыш» случайных чисел [14]¹¹ с заданным законом распределения, имитирующих случайные независимые переменные модели (входные переменные). Подставляя эти переменные в модель, далее вычисляют зависимые

переменные и выполняют их анализ. Для реализации такого метода решения задачи формирования опционного портфеля в пакете Mathcad был написан код программы.

Решение ЗЛП методом Монте-Карло состоит в генерации целочисленных переменных (X_c, X_p) , каждая из которых изменяется в интервале $[-10, 10]$. Вычисление переменных проводится по формуле $\{-10 + 20\eta\}$, где $\eta \sim U(0,1)$ – случайная величина с равномерным законом распределения из интервала от $[0,1]$; $\{\cdot\}$ – операция округления числа.

Допустимое множество портфелей (количество комбинаций, удовлетворяющих всем ограничениям (14), (18), (19), составило 5 132 комбинации. Из этого множества выбирается один портфель с теми ценами бумаг bid и ask из 4 096 комбинаций, при которых достигается максимум целевой функции (суммарной прибыли). В результате были получены оптимальный план $(X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}})$ и максимальное значение целевой функции $F_{opt}(C, P, X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}}, M)$.

Результаты формирования портфелей

В соответствии с условиями ограничений и суммарной функции выплаты была решена линейная оптимизационная задача: «бычий» структурированный коллапс в пакете Matlab.

В результате симплекс-методом было получено:

$$\max F(C, P, X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}}, M_e = 15\,500) = 8\,795,2 \text{ руб.}$$

Причем найдены оптимальные доли вложений опционов колл и пут:

$$X_{c_{opt}} = (-0,67; -1,2; 10; 1,87; -10; 0) \text{ и}$$

$$X_{p_{opt}} = (0; 0,67; 10; -10; 9,33; -10).$$

При падении цены ниже 13 000 руб. уровень максимального убытка ограничен величиной 10 000 руб.

Методом Монте-Карло в пакете Mathcad получены следующие значения.

Оптимальное значение целевой функции:

$$\max F(C, P, X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}}, M_e = 15\,500) = 10\,500 \text{ руб.}$$

Оптимальные планы:

$$X_{c_{opt}} = (2; 1; 3; 2; -7; -1) \text{ и}$$

$$X_{p_{opt}} = (2; -2; 7; 2; -5; -4).$$

¹⁰ Давыдов Е.Г. Элементы исследования операций. М.: КноРус, 2010. 158 с.

¹¹ Иванов В.В., Никифорова В.Д., Сергеева И.Г., Шевцова С.Г. Рынок ценных бумаг. М.: КноРус, 2008. 284 с.

Размер монетизации: $Mon = 1\ 000$ руб.

Уровень максимального убытка: $L_u = -10\ 000$ руб.
(рис. 1).

В соответствии с условиями ограничений и суммарной функции выплаты также была решена ЗЛП: «медвежий» структурированный коллар в пакете Matlab.

В результате симплекс-методом было получено значение суммарной функции выплаты:

$$\max F(C, P, X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}}, M_e = 12\ 500) = 12\ 223 \text{ руб.}$$

Были найдены оптимальные доли вложений опционов колл и пут:

$$X_{c_{opt}} = (-10; 9,33; -10; 10; 0,67; 0) \text{ и}$$

$$X_{p_{opt}} = (0; -10; -1,55; 10; 2,22; -0,67).$$

При падении цены ниже 15 500 руб. уровень максимального убытка ограничен величиной 10 000 руб.

Методом Монте-Карло в пакете Mathcad получены следующие значения. Оптимальное значение целевой функции:

$$\max F(C, P, X_{c_{opt}}, X_{p_{opt}}, M_e = 12\ 500) = 13\ 000 \text{ руб.}$$

Оптимальные планы:

$$X_{c_{opt}} = (-2; -4; -2; 0; 6; 2) \text{ и}$$

$$X_{p_{opt}} = (0; -2; 0; -4; -1; 7).$$

Размер монетизации $Mon = 1\ 000$ руб.

Уровень максимального убытка $L_u = -10\ 000$ руб.
(рис. 2).

Как следует из анализа рис. 1, функции выплаты методов симплекс и Монте-Карло «бычьего» структурированного коллара на промежутке монотонного роста находятся друг от друга примерно на величину двух страйков (1 000 руб.). Особенно это нетрудно заметить при величине целевой функции

$$F(C, P, X_c, X_p, M) = 0.$$

Однако на рис. 2 для портфеля «медвежий» структурированный коллар наблюдается

примерное наложение графиков функций выплат, причем при значении цены актива $M \approx 13\ 600$ руб. величина целевой функции

$$F(C, P, X_c, X_p, M) = 0.$$

Заключение

В представленной работе проведено описание методики конструирования сложных портфелей биржевых опционов с учетом целей инвестора: ограничения максимального убытка, денежной выплаты в момент формирования продукта и сценария поведения базового актива (рост и падение).

В соответствии с этим были сформированы опционные портфели: «бычий» структурированный коллар, рассчитанный на рост базового актива, и «медвежий» структурированный коллар, рассчитанный на падение.

В качестве основной математической задачи рассматривалась задача линейного программирования с определенным набором ограничений в виде неравенств и равенств. Решение проводилось с использованием симплекс-метода и метода Монте-Карло путем программирования в пакете Matlab.

Основной недостаток симплекс-метода – нецелочисленный оптимальный план, ввиду чего приходится прибегать к округлению.

Для получения целочисленного оптимального плана использован метод Монте-Карло. Основная идея решения ЗЛП состоит в генерации случайных чисел $U(0, 1)$, с помощью которых формируются целочисленные переменные (X, Y) .

Значения переменных должны удовлетворять всем ограничениям ЗЛП и рассчитывать максимум целевой функции. Точность решения зависит напрямую от количества сгенерированных значений (X, Y) .

Благодаря целочисленности переменных количество комбинаций, хотя и достаточно большое (5 132), но конечно. В исследовании проведено около $2,1 \cdot 10^7$ итераций, то есть в каждой из 4 096 комбинаций было проведено 5 132 генерирования значений (X, Y) .

Достоинство данного метода – получение целочисленного оптимального плана.